ARCHIVIO

PER LE

SCIENZE MEDICHE

PUBBLICATO DA

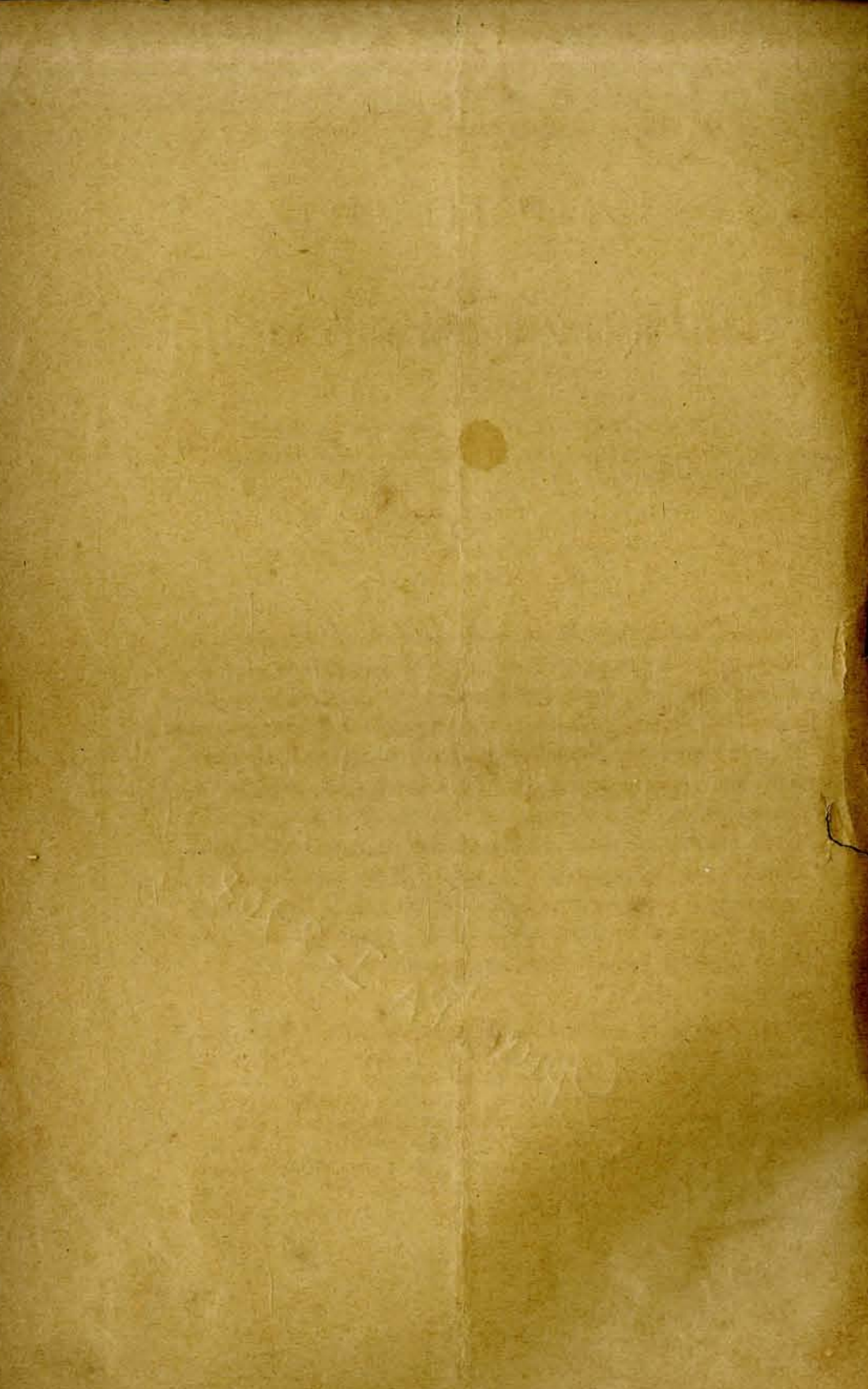
E DIRETTO DA

G. BIZZOZERO

Estratto

TORINO
CARLO CLAUSEN

1899.

ARCHIVIO PER LE SCIENZE MEDICHE. — Vol. XXIII. N. 13.

SULLA FUNZIONE DEI CORPUSCOLI TATTILI (1)

DEI DOTTORI

M. von FREY e **Friedrich KIESOW**

Professore nell'Università di Zurigo

Assistente all'Istituto fisiologico di Torino.

RIASSUNTO DEGLI AUTORI

Si può considerare come cosa certa che i corpuscoli di *Meissner* e la corona nervosa del bulbo dei peli siano organi omologhi nel loro modo di funzionare. Sono appunto questi organi che dànno alla nostra pelle la proprietà di poter essere eccitata per mezzo di una stimolazione meccanica, alla quale corrisponde una sensazione tattile. L'eccitazione delle terminazioni dei nervi che vanno ai corpuscoli di Meissner e al bulbo dei peli ha luogo soltanto quando la forma dell'organo tattile viene modificata, cioè quando la pelle subisce una deformazione. Ammesso questo, sarebbe più logico forse parlare di un *senso di deformazione* che di un senso tattile, essendo inchiuso in quest'ultimo termine un concetto di attività

(1) « Ueber die Function der Tastkörperchen » (*Zeitsch. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, Bd. XX). Gli sperimenti preliminari del lavoro furono incominciati nell'Istituto fisiologico di Torino nella primavera del 1897 e condotti a termine nell'Istituto fisiologico di Zurigo durante l'estate del 1898. — V. gli altri nostri studî che hanno relazione con questo: v. Frey, « Beiträge z. Physiologie der Haut », 1, 4 Mittheil. (*Leipziger Berichte*, 1898-99), « Untersuchungen über die Sinnesfunctionen der menschlichen Haut » (*Leipziger Abhandlungen*, 1898). F. Kiesow, « Sur l'excitation du sens de pression, etc. » (*Arch. it. de biol.*, t. XXVI).

che appartiene più specialmente agli organi di moto che alla pelle.

Dati intorno alla finezza del senso tattile o intorno alle minime deformazioni ancora percettibili si possono ottenere soltanto dopo che si sia stabilito come gli stimoli meccanici corrispondenti debbano essere misurati. Esperimenti fatti a questo scopo ci hanno condotti alle conclusioni seguenti:

1. Le soglie di stimolo non possono essere misurate in pesi, perchè l'effetto di un dato peso dipende sempre dalla grandezza della superficie di contatto.

2. Quand'anche la grandezza della superficie di contatto resti costante, un dato peso produce un effetto diverso su varie parti della pelle. Questo effetto dipende dal numero e dalla sensibilità delle terminazioni nervose eccitate. Un confronto tra diverse determinazioni di soglie è quindi possibile soltanto quando la ricerca si limita all'eccitamento di *singole* terminazioni nervose, la posizione delle quali possa essere stabilita senza nessuna lesione della pelle. I punti della pelle così stabiliti sono i così detti *punti tattili.* Una stimolazione isolata dei singoli punti tattili sulle varie parti del corpo è possibile soltanto per mezzo di superfici il cui limite massimo di grandezza sia di 2 mm². La parte che si presta meglio a una tale ricerca è la superficie ventrale dell'avambraccio vicina all'articolazione della mano.

3. Se si eccita un singolo punto tattile mediante un peso che abbia una superficie di contatto costante, o in altre parole, se si produce nella vicinanza di un tale punto una deformazione costante in superficie e profondità, l'effetto di un tale eccitamento varia colla velocità colla quale la deformazione si manifesta. Le deformazioni rapidamente prodotte hanno un effetto maggiore di quelle che sono dovute a una stimolazione lenta.

4. Se si modifica la superficie deformata (stimolando sempre il medesimo punto tattile), per ottenere approssimativamente sempre il medesimo effetto, si devono modificare in modo proporzionale il peso e la velocità dello stimolo. Risultati trovati

mediante diverse superfici stimolatrici permettono quindi un confronto soltanto sotto la condizione, che o il peso che si aumenta o la velocità di pressione rimangano costanti rispetto all'unità di tempo e di superficie;

5. Secondo il § 3 l'effetto dello stimolo non può essere una funzione del lavoro meccanico compiuto: diversi lavori meccanici possono produrre uguali eccitazioni nervose e viceversa.

Dal § 4 segue, che l'eccitazione degli organi tattili, prodotta da una velocità di pressione costante, è una funzione della pressione idrostatica. Per verificare questa eccitazione facemmo una serie di sperimenti, in cui alternativamente uno di noi due era sperimentatore e l'altro osservatore.

Per questo scopo determinammo su di noi diversi punti tattili, i quali, fissati con una tintura, vennero poi stimolati con una costante velocità di pressione mediante superfici di 0,48, 0,95 e 1,77 mm^2, cioè venne ogni volta determinato il valore di pressione al quale corrispondeva l'eccitazione degli organi tattili appena percettibile. Trovammo in questo modo che i valori di soglia ($^1/_{30}$-$^1/_{20}$ di pressione atmosf.) non erano molto diversi l'uno dall'altro, ma variavano nondimeno sempre coll'*aumento della superficie.*

Trovati questi fatti, altri sperimenti furono eseguiti con superfici più grandi e più piccole. Questi sperimenti richiedevano nuovi metodi ed una cura speciale per ottenere una pressione che aumentasse almeno colla stessa velocità come negli sperimenti sopraccennati. Per la stimolazione con grandi superfici ci servimmo di una colonna di mercurio o di aria compressa. Sotto queste condizioni abbiamo trovato che, data una superficie di circa 2000 mm^2, la pressione di un'atmosfera non era sufficiente per l'eccitazione degli organi tattili. Per stimolare quest'ultimi con superfici più piccole furono adoperati i così detti peli stimolatori (Reizhaare), i quali avevano una sezione trasversale di $^1/_{20}$-$^1/_{1000}$ mm^2. Le pressioni corrispondenti rappresentavano un valore di $^1/_4$-$^9/_5$ di pressione atmosferica.

I risultati trovati mediante superfici grandi e piccole hanno mostrato che i valori di pressione, necessari per la stimolazione degli organi tattili, crescono sempre proporzionalmente all'aumento della superficie deformata. Questi risultati si spiegano solo quando si ammetta che, per l'eccitazione di un tale organo sia necessaria una *differenza* o un'*irradiazione* di pressione (Druckgefälle) nell'interno della pelle e che al contrario una pressione di valore qualunque ma *dapertutto uguale* non abbia verun effetto. Se si aumenta la superficie, si diminuisce il valore dell'irradiazione di pressione (Druckgefälle) dentro la pelle. Applicando grandi superfici, questo valore si avvicina più o meno a zero.

Egualmente si spiegano i risultati trovati con superfici stimolatrici microscopiche, tenendo conto del fatto che le terminazioni nervose stimolate non sono situate alla superficie, ma separate da questa almeno di una distanza eguale allo spessore dell'epidermide (nella parte in questione di una distanza di ca. 0,1 mm.). Quanto più grande diventa la superficie stimolatrice, tanto più rapidamente diminuiscono in profondità la pressione e l'irradiazione di essa, cosicchè diventa necessario un aumento della pressione superficiale per ottenere sul piano dell'apparato nervoso una irradiazione di pressione sufficiente a produrre un'eccitazione di esso.

Le nostre ricerche mostrarono dunque che, per ottenere una sensazione tattile è sempre necessario produrre un certo grado d'irradiazione di pressione (Druckgefälle) nel luogo, dove si trova l'apparato tattile. Questa irradiazione di pressione può essere o di valore negativo (*negatives* Druckgefälle, stimolo di pressione) o di valore positivo (*positives* Druckgefälle, stimolo di trazione) (1).

Non possiamo dir nulla di sicuro intorno al modo in cui l'irradiazione di pressione (Druckgefälle) si trasforma in un eccitamento degli organi tattili. Una probabilità ci presenta

---

(1) V. specialmente il lavoro di v. Frey, « Beitr. z. Sinnesphysiologie der Haut », 4 Mittheilung, 1897.

nondimeno l'ipotesi, che nell'interno della pelle ossia degli organi tattili abbia luogo, a ragione di uno spostamento degli umori acquei, un cambiamento di concentrazione delle sostanze sciolte in essi, il quale agisca come stimolo chimico sugli organi nervosi. È certo che non tutte le sostanze subiscono l'effetto di questo spostamento, perchè interviene l'azione delle membrane semipermeabili. È noto che una forte deformazione della pelle lascia indietro una depressione che sparisce poco a poco, in altre parole che si può fare sulla pelle l'impronta di oggetti. Queste impronte si sentono per lungo tempo, così da dare l'illusione che continui l'azione dello stimolo. È difficile spiegare questo fenomeno se non come proveniente dallo spostamento del liquido dei tessuti.

Si sa inoltre che, quando una pressione continua (eccettuate le pressioni più deboli), anche i nervi tattili si trovano in uno stato di continua eccitazione. Questo non può essere un effetto meccanico, bensì chimico. L'ipotesi che l'eccitamento dei nervi tattili sia prodotto direttamente per mezzo meccanico, viene escluso anche dal fatto, che il lavoro meccanico necessario per produrre l'eccitazione del nervo messo a nudo, secondo le misure finora fatte dovrebbe essere almeno centinaia di volte, e probabilmente migliaia di volte, più grande di quello, che è sufficiente per eccitare questi nervi adeguatamente. Pare dunque non vi siano forti ragioni per respingere l'ipotesi, che lo stimolo meccanico ecciti il nervo soltanto indirettamente e che un tale eccitamento sia sempre prodotto da una modificazione nella costituzione chimica o nella pressione osmotica del liquido dei tessuti.

È inutile ricordare che l'effetto della stimolazione varia secondo la velocità colla quale l'irradiazione di pressione si sviluppa dentro la pelle. Anche per l'eccitazione di un organo nervoso mediante una forte deformazione esiste lo stesso fenomeno che si osserva applicando la corrente elettrica costante, cioè uno stimolo pur molto intenso non produce effetto quando viene aumentato per piccoli gradi sino a quell'intensità.

I fenomeni da noi osservati non obbediscono completamente

nè alla legge di Du Bois-Reymond, nè a quella di Hoorweg, ma hanno maggior relazione con quest'ultima che colla prima, perchè pare non esista nel nostro caso un fenomeno analogo a quello che si ha quando si eccita coll'apertura della corrente.

Il valore pratico dei fatti riferiti sta in ciò che non è possibile ottenere una misura della finezza del senso tattile in base ai criteri fin ad ora tenuti, perchè il valore che l'irradiazione di pressione (Druckgefälle) sopraccennato assume nel luogo delle terminazioni nervose, rimane sconosciuto. Soltanto per superfici di stimolo che sono rappresentate dai così detti peli stimolatori (Reizhaare) si è potuto fare una graduazione empirica in unità di tensione (= 1 gr/mm.).